**Method and tools for the cold, warm and hot transversal extrusion of workpieces with accurate teeth from metal, preferably steel**

**Patent number:** DE3718884  
**Publication date:** 1988-12-29  
**Inventor:** KAMMERER MANFRED (DE); DANNENMANN ECKART DIPL. ING (DE); LANGE KURT PROF DR ING (DE); WERLE THOMAS DIPL. ING (DE)  
**Applicant:** K LANGE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B21K1/30  
- **european:** B21K1/30  
**Application number:** DE19873718884 19870605  
**Priority number(s):** DE19873718884 19870605

**Abstract of DE3718884**

The invention relates to a method and tools for the cold, warm and hot transversal extrusion of workpieces with accurate teeth, preferably from steel. The method is characterised in that a cylindrical blank or a thick-walled ring, the outside or inside diameter of which corresponds approximately to the base-circle diameter of the toothed body, is pressed radially into the toothed die or onto the toothed mandrel. The pressing forces are applied by means of a cylindrical, untoothed ram or hollow ram and corresponding counter rams. The method can be carried out either cold, warm or hot. The advantages of the method reside in the simple tools and in the saving of time, materials and energy compared with other production methods. The method has been explained in greater detail with reference to illustrative embodiments and descriptions of production tools.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USFTO)

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

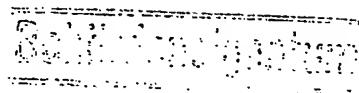


DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 37 18 884 A1

⑯ Int. Cl. 4:  
B21K 1/30

⑯ Aktenzeichen: P 37 18 884.4  
⑯ Anmeldetag: 5. 6. 87  
⑯ Offenlegungstag: 29. 12. 88



⑯ Anmelder:

Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. K. Lange  
Forschungsgesellschaft Umformtechnik mbH, 7000  
Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Kammerer, Manfred, 7144 Asperg, DE;  
Dannenmann, Eckart, Dipl.-Ing.; Lange, Kurt, Prof.  
Dr.-Ing., 7000 Stuttgart, DE; Werle, Thomas,  
Dipl.-Ing., 7311 Hochdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Werkzeuge zum Kalt-, Halbwarm- und Warmquerfließpressen von Werkstücken mit genauen Verzahnungen aus Metall, vorzugsweise Stahl

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Werkzeuge zum Kalt-, Halbwarm- und Warmquerfließpressen von Werkstücken mit genauen Verzahnungen, vorzugsweise aus Stahl. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß ein zylindrisches Rohteil oder ein dickwandiger Ring, deren Außen- bzw. Innendurchmesser etwa dem Fußkreisdurchmesser des Verzahnungskörpers entsprechen, radial in die verzahnte Matrize bzw. auf den verzahnten Dorn gepreßt wird. Die Preßkräfte werden mit einem zylindrischen unverzahnten Stempel bzw. Hohlstempel und entsprechenden Gegenstempeln eingeleitet. Das Verfahren kann sowohl kalt, halbwarm oder warm durchgeführt werden.

Die Vorteile des Verfahrens liegen in den einfachen Werkzeugen sowie in der Zeit-, Werkstoff- und Energieersparnis gegenüber anderen Fertigungsverfahren.

Anhand von Ausführungsbeispielen und Beschreibungen von Produktionswerkzeugen wurde das Verfahren näher erläutert.

DE 37 18 884 A1

DE 37 18 884 A1

1. Verfahren und Werkzeug zum Kalt-, Halbwarm- und Warmquerfließpressen von Werkstücken mit genauen Verzahnungen aus Metall, vorzugsweise Stahl, dadurch gekennzeichnet, daß von einem Rohteil ausgegangen wird, dessen Außendurchmesser etwa dem Fußkreisdurchmesser der Verzahnung entspricht und der Werkstoff radial in eine verzahnte Matrize fließt, die zusammen mit der Schließvorrichtung eine geschlossene Pressform bildet, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrizen-tiefe der Zahnbreite entspricht und das Umformen zwischen nicht verzahntem Stempel und Gegenstempel, der das Werkstück anschließend auswirft, erfolgt.

2. Verfahren und Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die verzahnte Matrize drehbar gelagert ist, um das Auswerfen schrägverzahnter Werkstücke zu ermöglichen.

3. Verfahren und Werkzeug nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß Stempel und Gegenstempel stirnseitig so ausgebildet sind, daß verzahnte Werkstücke mit Nabe und Bohrung in einem Arbeitsvorgang gepreßt werden können.

4. Verfahren und Werkzeug nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verminderung der Preßkraft als Rohteil ein dickwandiger Ring verwendet wird, der durch kurze stirnseitige Ansätze an Stempel und Gegenstempel abgestützt ist.

5. Verfahren und Werkzeug nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Rohteil ein Ring verwendet wird, und die Verzahnung durch radiales Verdrängen des Werkstoffs mittels einer am Stempel angebrachten Schulter erzeugt wird, wobei die Bohrung durch einen stempelseitig angebrachten Dorn, der im Gegenstempel in einer entsprechenden Bohrung aufgenommen ist, abgestützt wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Herstellen von 2 Verzahnungen mit unterschiedlichen Verzahnungsgeometrien an einem Werkstück aus einem Rohteil, die beiden Matrizen-hälften nach Anspruch 2 drehbar gelagert sind.

7. Verfahren nach Anspruch 1 und Werkzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ver-ringerung der Preßkräfte als Rohteil ein dickwandler Ring mit Mehrfachquerschnitt verwendet wird, der durch stirnseitige Ansätze an Stempel und Gegenstempel abgestützt ist.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus einem ringförmigen Rohteil, dessen Außendurchmesser in etwa dem Außendurchmesser des Hohlrades entspricht und dessen Innendurchmesser etwa gleich dem Fußkreisdurchmesser der Innenverzahnung ist, ein Hohlrad gepreßt wird, wobei die zum Auswerfen der schrägverzahnten Zahnräder notwendige Drehbewegung vom formgebenden Dorn durchgeführt wird.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus einem ringförmigen Rohteil ein Hohlrad mit Innen- und Außenverzahnung mit gleichem oder unter-schiedlichem Schrägungswinkel erzeugt werden kann, wobei die zum Auswerfen notwendige Drehbewegung für die Außenverzahnung von der drehbar gelagerten Matrize und für die Innenverzah-

nung vom drehbar gelagerten Dorn ausgeführt wird.

## Beschreibung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie verschiedene Werkzeugvarianten auf dem Gebiet der Fließpressverfahren zur Herstellung von Zahnrädern. Hierbei handelt es sich um das Querfließpressen, mit dem sowohl Gerad- und Schrägverzahnungen, als auch eine Kombination daraus mit unterschiedlichen Verzahnungsgeometrien, Modulen und Steigungswinkeln hergestellt werden können. Je nach Werkstückgeometrie kann das Verfahren kalt, halbwarm, oder warm durchgeführt werden. Die Verfahrensgrenzen bilden Modul, Zahnform, Kopfkreisdurchmesser, Schrägungswinkel, die Werkstoffe und die daraus resultierenden Werkzeugbeanspruchungen.

20 Die in den folgenden Abschnitten aufgeführten Druckschriften befassen sich mit Möglichkeiten zur umformtechnischen Herstellung von Verzahnungskörpern.

Die Druckschriften (DEPS 8 99 892; DEPS 7 03 370; DEOS 29 18 472; DEOS 28 48 091; CH 6 51 232; FR 22 75 261; US 33 98 444 und US 33 55 930) befassen sich mit Möglichkeiten zum Formpressen (axiales Stauchen mit radialem Verdrängen des Werkstoffs) von Stirnrad-, in Einzelfällen auch Kegelradverzahnungen mit Werkzeugen, die aus einer Matrize mit einer zur Werkstückverzahnung komplementären Innenverzahnung, einem Stempel, einem Gegenstempel oder Matrizen-einsatz, jeweils mit oder ohne Verzahnung, bestehen.

25 Die Druckschriften DEOS 29 18 472 und CH 6 51 232 befassen sich mit zweistufigem Umformen, wobei die zweite Stufe zur Werkstückkalibrierung benötigt wird. In FR 22 75 261 wird eine Vorrichtung beschrieben, die eine gesteuerte Drehbewegung zum Ausstoßen der schrägverzahnten Räder ermöglicht. Die Steigung der dabei verwendeten Kulissenführung muß dem Steigungswinkel der Zahnschlankensteigung genau angepasst werden. Eine Änderung der Zahnschlankensteigung bedingt somit immer eine Anpassung der Kulissenführung, wodurch eine starke Einschränkung in der Flexibilität gegeben ist.

30 Bei den übrigen Verfahren handelt es sich um Verfahren zur Herstellung von geradverzahnten Stirnrädern.

In den Druckschriften (DEOS 34 33 515; DEOS 23 25 837; EP 01 63 922; EP 00 50 576; FR 21 59 569; GB 13 76 547; GB 13 73 547 und US 35 99 469) werden weitere Fließpressverfahren zur Darstellung von Gerad- und zum Teil Schrägverzahnungen beschrieben. Dabei sind in (EP 00 50 576; EP 01 63 922 und GB 13 73 547) Möglichkeiten zur Erzeugung einer Drehbewegung von Stempel und Gegenstempel erläutert. In (EP 00 50 576) wird die Drehbewegung über die ineinander greifende Stempel- und Matrize-geometrie erzeugt. Eine genaue Anpassung der beiden Verzahnungsgeometrien ist daher erforderlich. In EP 1 63 922 werden die Drehbewegungen mit Hilfe von quer zur Pressrichtung verlaufenden Zahnstangen erzeugt. In GB 13 73 547 erfolgt die Drehbewegung über einen stirnseitigen Reibschlüß zwischen Stempel und Zahnradrohrtell. Die Presskräfte werden beim Pressvorgang über die Stempellagerung geführt, wodurch eine weitere Verfahrensgrenze durch die Lagerbeanspruchung gegeben ist.

35 40 45 50 55 60 65 60 Der neuen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein energie- und werkstoffsparendes Verfahren zur Herstellung von Innen- und Außenverzahnungen oder einer Kombination daraus, mit gleichen oder unterschiedli-

chen Steigungswinkeln mit günstigen mechanischen und geometrischen Eigenschaften bei möglichst hoher Werkzeugflexibilität, zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß ein zylindrisches Rohteil (1) mit einem je nach Verzahnungstyp (Stirnrad, Hohlrad) dem Fußkreis des Zahnrades entsprechenden Außen- bzw. Innendurchmesser axial, mit teilweise axialer Führung gestaucht wird, und der Werkstoff damit radial in die formgebende, verzahnte Matrize (2) oder auf den verzahnten Dorn (3) verdrängt wird.

Der Pressvorgang läuft dabei im Einzelnen wie folgt ab (Bild 1):

Mit Hilfe von Druckstiften (4.1; 4.2) wird die für den Pressvorgang notwendige Schließkraft über zwei Ziehkissen (5.1; 5.2) eingeleitet. Die beiden unverzahnten Stempel (6.1; 6.2), deren Durchmesser dem Rohtieldurchmesser entsprechen und deren Stirnflächen je nach Rohteil profiliert sind, pressen mit den Werkstoff in die formgebende Matrize hinein. Dabei fährt der Preßstempel (6.1) mit Stößelgeschwindigkeit  $v_2$  vor. Der Gegenstempel (6.2), abgestützt über den Pressentisch, bleibt stehen. Um eine komplementäre Vorschubgeschwindigkeit beider Stempel zu erreichen, wird der Matrizenverband axial in Pressrichtung mit halber Stößelgeschwindigkeit verfahren. Dies wird dadurch erreicht, daß die oberen Druckstifte (4.1) mit halber Stößelgeschwindigkeit  $v_2$  und konstanter Schließkraft vorfahren sowie die unteren Druckstifte (4.2) entsprechend zurückfahren. Dadurch wird erreicht, daß die zylindrische Rohteilrestlänge über den gesamten Pressvorgang stets symmetrisch auf die beiden Aufnehmer (15.1; 15.2) verteilt wird, bis beide Stempel die Matrizenober- bzw. Matrizenunterkante erreicht haben. Die ausgedrehten Freiräume (7) an den Stirnseiten der Matrize erlauben eine einwandfreie Kantenfüllung, senken die maximale Umformkraft und dienen gleichzeitig als Freiraum für den Volumenüberschuß.

Das Auswerfen des gepressten Teiles wird wie folgt durchgeführt:

Nach dem Öffnen der Schließvorrichtung wird der Gegenstempel durch einen Auswerferstift (8) axial vorgeschoben und schiebt dabei das Werkstück aus der Matrize heraus. Bedingt durch den Schrägungswinkel der Schraubenverzahnung dreht sich der durch den Lagersatz (9) frei gelagerte Matrizenverband durch die in Umfangsrichtung wirkende Kraftkomponente der Auswerferkraft weg, so daß das Fertigteil herausgehoben werden kann.

Eine andere Möglichkeit zum Auswerfen zeigt Bild 2. Bei dieser Variante ist der Matrizenverband fest gelagert. Um die für das Auswerfen notwendige Drehbewegung durchführen zu können, ist der Gegenstempel für den Auswerfervorgang drehbar gelagert. Das Lager (10) ist von einem Zwischenring (11), dessen Innendurchmesser größer ist als der Stempeldurchmesser an dieser Stelle, unterlegt. Dadurch werden die Auswerferkräfte der mindestens zwei Auswerferstifte (12) auf den gesamten Umfang verteilt, wodurch eine Senkung der Lagerbelastung erreicht wird. Die Auswerferstifte (12) werden durch einen Sternauswerfer (13) angesteuert und axial vorgeschoben. Durch die Kraftkomponente in Umfangsrichtung, die sich durch die Auswerferkraft und den Schrägungswinkel der Verzahnung ergibt sowie der Reibkraft zwischen Stempelstirnfläche und Zahnrad, dreht sich der Stempel konform zum Zahnrad, so daß das Zahnrad aus der Matrize herausgedreht werden kann. Die Höhe des Lagers und Zwischenringes ist dabei geringfügig kleiner als die Stempelzapfenhöhe, so

daß die Presskräfte nicht über das Lager laufen.

In Bild 3 wird eine Möglichkeit zum Herstellen von Innenverzahnungen dargestellt. Als Rohteil wird dabei ein Ring verwendet, dessen Innendurchmesser etwa dem Fußkreisdurchmesser der Innenverzahnung entspricht. Analog zu den in Bild 1 und Bild 2 beschriebenen Verfahren wird hierbei der Werkstoff durch Querfließpressen auf den verzahnten Dorn (3) gepreßt. Matrize und Dorn werden beim Pressvorgang synchron, mit halber Stößelgeschwindigkeit in Pressrichtung verfahren, so daß sich, wie beim Pressen von Stirnrädern, der Werkstoff symmetrisch auf beide Hohlstempel (14.1; 14.2) verteilt. Das Auswerfen des gepreßten Zahnrades erfolgt durch den Gegenstempel (14.2).

Hierzu ist der Dorn (3) drehbar in der Grundplatte (16) oder fest im Ziehkissen gelagert. Eine Verfahrensgrenze bilden die auf das Lager wirkenden Auswerferkräfte.

Weitere Werkzeugvarianten, bei gleichem Fließpressverfahren, erfordern die in den Bildern 4 bis 9 dargestellten Zahnräder. Entsprechend den Verzahnungstypen sind Kombinationen der oben beschriebenen Auswerfersysteme notwendig. Für das Zahnrad nach Bild 7 werden die in Bild 3 dargestellte Vorrichtung für Innenverzahnungen und die in Bild 1 beschriebene Vorrichtung der drehbar gelagerten Matrize benötigt. Zur Herstellung des Rades aus Bild 8 bedarf es der Kombination der Variante aus Bild 1 und Bild 3, bei gleichzeitiger Verwendung dieser Kombination im Oberwerkzeug (Bild 10). Entsprechender Kombinationen bedarf es zur Herstellung der anderen Teile aus dem Teilespektrum.

Im Gegensatz zu den bisher bekannten Fertigungsverfahren und Werkzeugen lassen sich mit dem neuen Verfahren bei einfachen, kompatiblen Werkzeugen, insbesondere einfachen Stempelgeometrien, verschiedene Werkstücke herstellen. Eine Variation der Verzahnungsgeometrie, des Steigungswinkels der Zahnflanken, des Moduls, der Stirnseitengeometrien, oder eine Kombination daraus können durch das Auswechseln einzelner Werkzeugteile erreicht werden, ohne daß dabei der gesamte Werkzeugsatz ausgetauscht werden muß. Innerhalb geringer Toleranzen können auch unterschiedliche Fußkreisdurchmesser mit dem gleichen Stempeldurchmesser gepreßt werden.

Durch das neue Verfahren werden folgende Vorteile erzielt:

- Werkstoffersparnis durch möglichst einbaufertig umgeformte Werkstücke. Es müssen nur die Funktionsflächen durch Schleifen, Schaben oder Honen bearbeitet werden.
- Zeiter sparnis durch einstufige oder zweistufige Umformung.
- Werkstücke mit engen Toleranzen und guter Wiederholgenauigkeit können hergestellt werden.
- Einfache Werkzeuge erhöhen die Wartungsfreundlichkeit und vereinfachen die Werkzeuginstandsetzung.
- Gleiche Werkzeuge ermöglichen innerhalb geringer Toleranzen das Pressen von Zahnrädern mit unterschiedlichen Fußkreisdurchmessern aus dem gleichen Rohteilausgangsdurchmesser.
- Die Umformkraft wird nicht über die für die Drehbewegung notwendigen Lager geleitet.
- Durch das Baukastensystem wird eine hohe Werkzeug/Werkstückflexibilität erreicht.

~~Ein. 1. A1~~

3718844

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

37 18 884  
B 21 K 1/30  
5. Juni 1987  
29. Dezember 1988

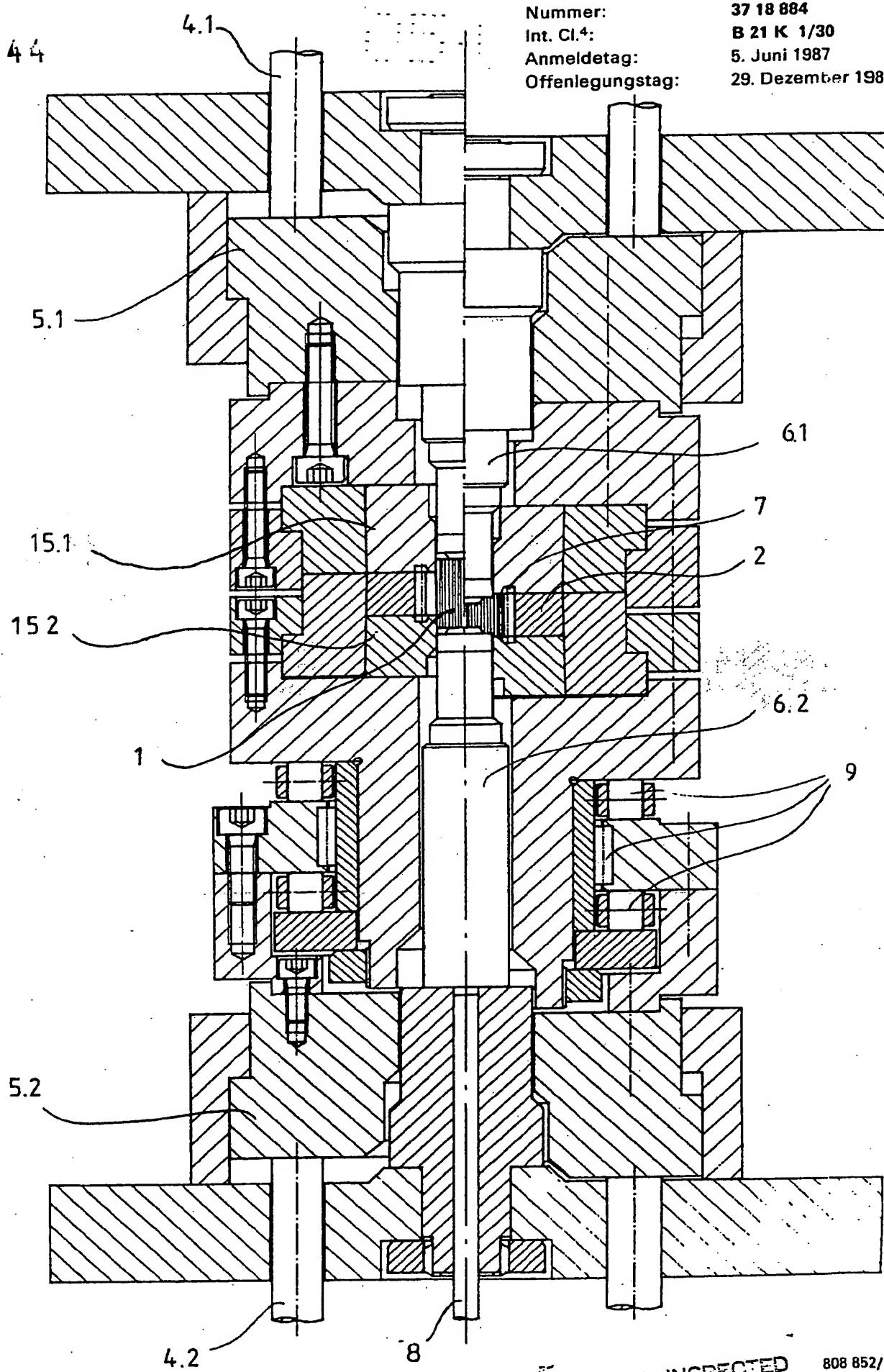


Bild 1

ORIGINAL INSPECTED

808 652/16

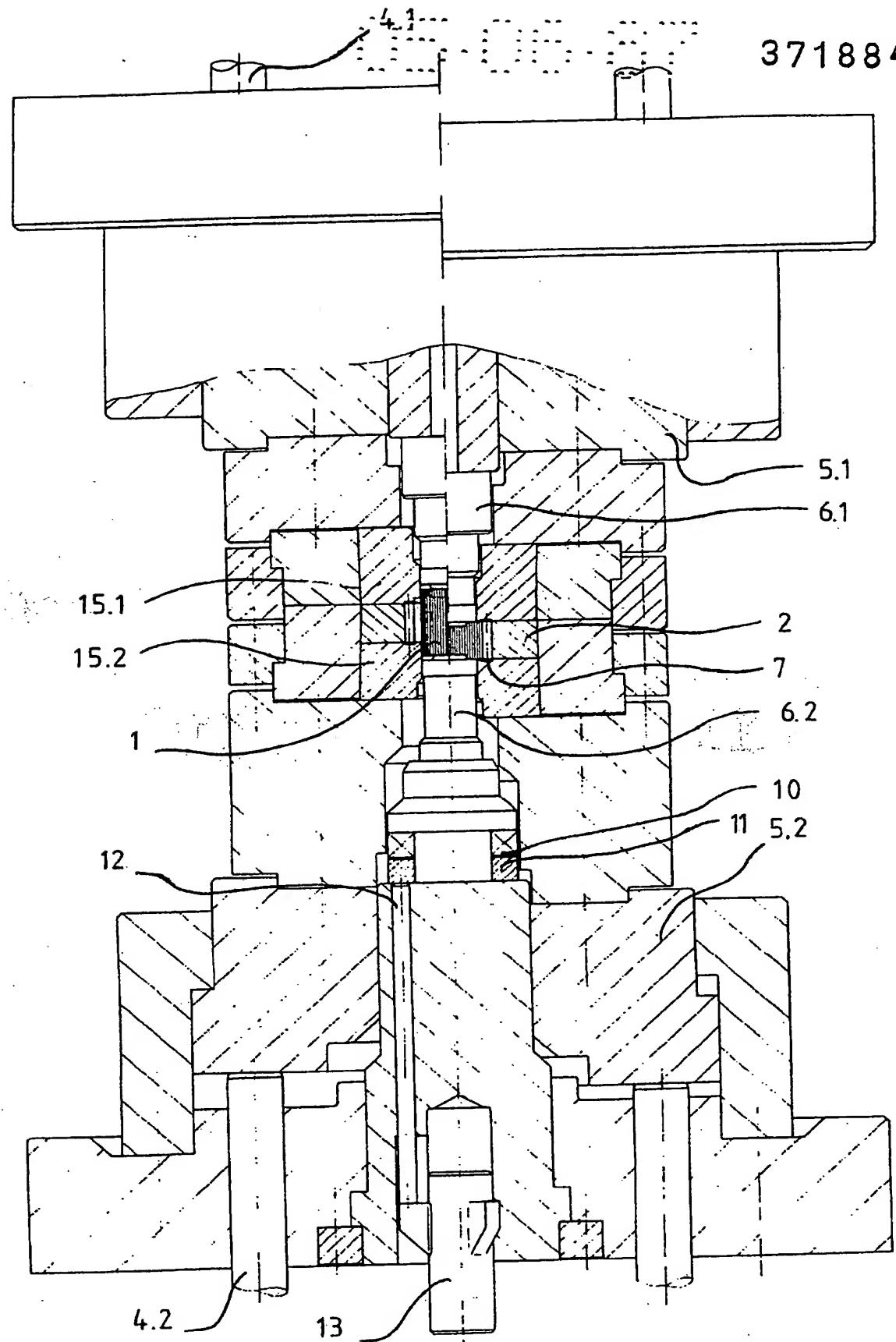


Bild 2

3718844

10

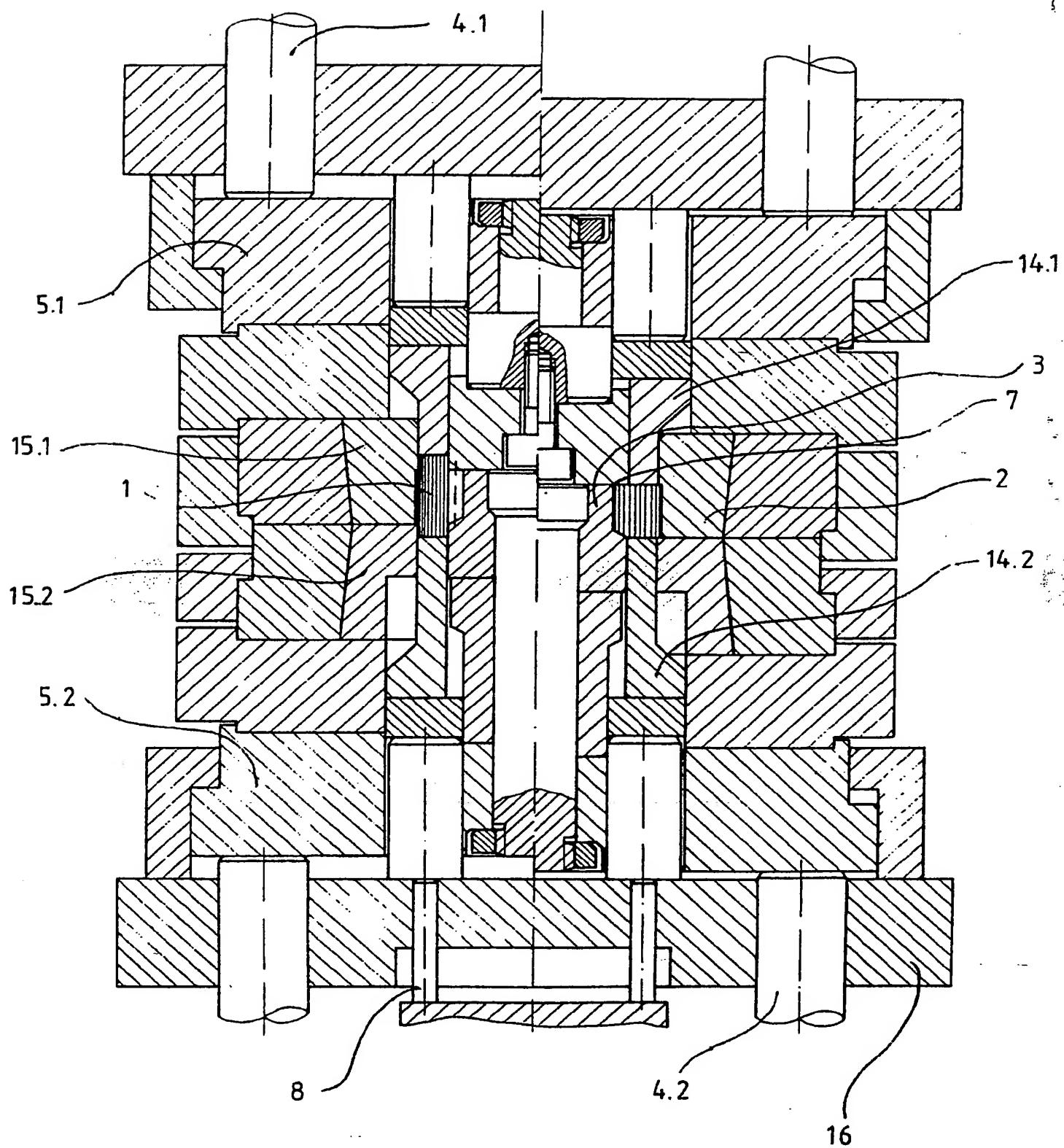


Bild 3

ORIGINAL INSPECTED

371884

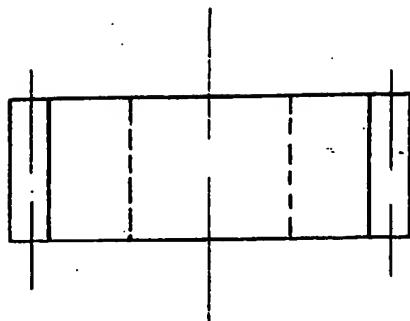


Bild 4

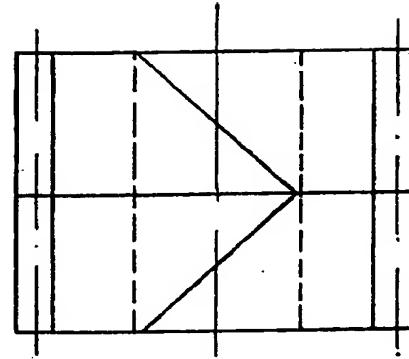


Bild 8

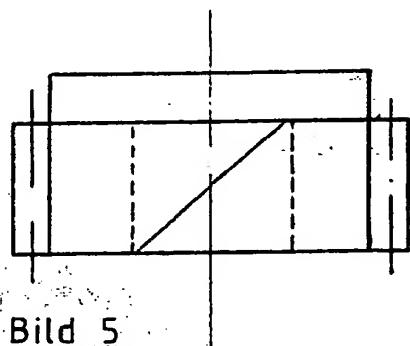


Bild 5

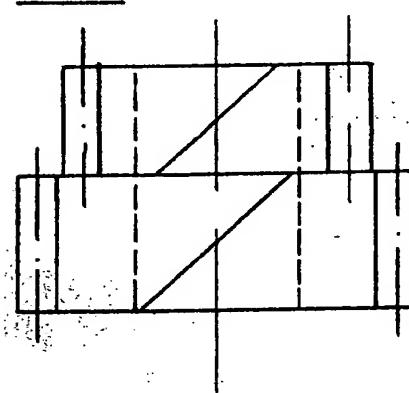


Bild 9

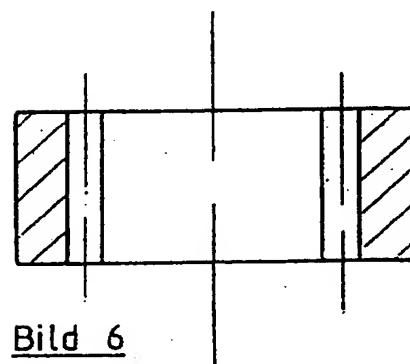


Bild 6

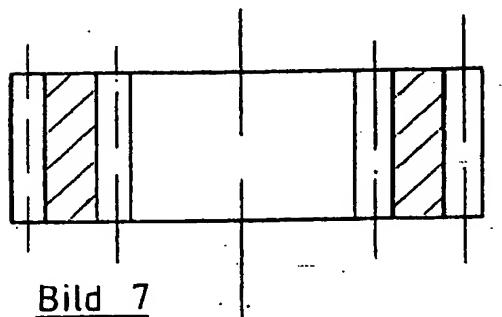


Bild 7

OPERATION NOT CITED

3718844

12

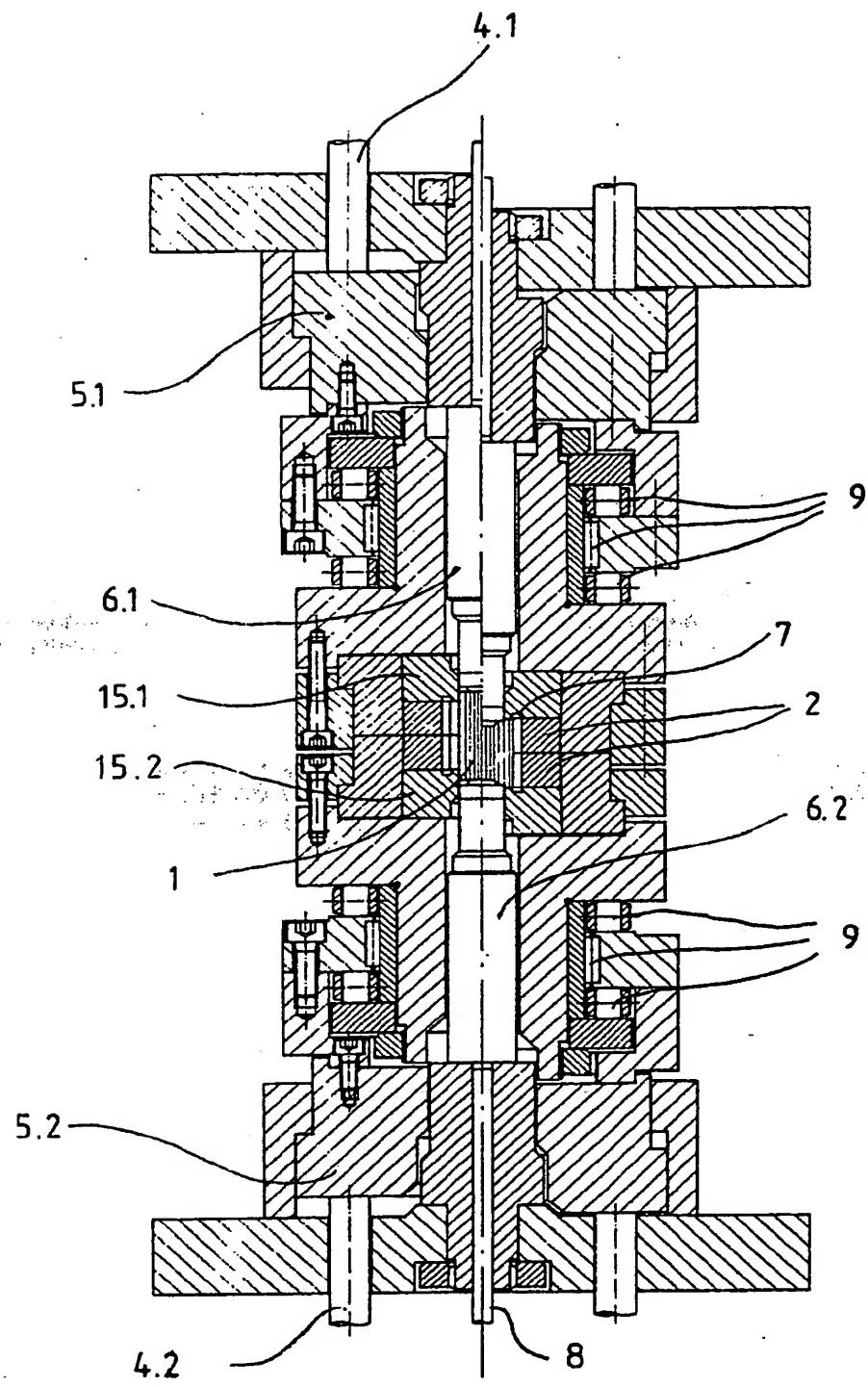


Bild 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

“LE DANCE DI ANIK”